
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination
2009/2010 Academic Session

April/May 2010

EAL 432/4 –Advanced Highway And Transportation Engineering *[Kejuruteraan Lebuhraya dan Pengangkutan Lanjutan]*

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

Please check that this examination paper consists of **SIXTEEN (16)** pages of printed material including appendix before you begin the examination.

*[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **ENAM BELAS (16)** muka surat yang bercetak termasuk lampiran sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]*

Instructions : This paper contains **FIVE (5)** questions. Answer **FOUR (4)** questions. All questions carry the same marks.

Arahan : Kertas ini mengandungi **LIMA (5)** soalan. Jawab **EMPAT (4)** soalan. Semua soalan membawa jumlah markah yang sama.

You may answer the question either in Bahasa Malaysia or English.

[Anda dibenarkan menjawab soalan sama ada dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris].

All questions **MUST BE** answered on a new page.

*[Semua soalan **MESTILAH** dijawab pada muka surat baru].*

In the event of any discrepancies, the English version shall be used.

[Sekiranya terdapat percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai].

1. A small town has been divided into three zones (Zone 1, 2 and 3). In early 2010, an Origin-Destination survey was conducted which yielded the number of trips (Productions and Attractions) between each zone as shown in the Table 1. The study has also determined the travel times between zones and it is shown in Table 2. The following Table 3 shows travel time versus friction factor. Assuming that *socioeconomic adjustment factor* is 1, answer the following questions:

- (a) Formulate the general form of the Gravity Model ($K_{ij}=1$)

[5 marks]

- (b) Determine the Trip Distribution (the number of zone-to-zone trips) using the Gravity Model for two iterations.

[15 marks]

- (c) Discuss on how the Gravity Model contribute towards a better transportation system.

[5 marks]

Table 1 The number of productions and attractions in each zone

Zone	1	2	3	Total
Productions	300	500	300	1100
Attractions	395	180	525	1100

Table 2 The zones' travel time in minutes

Zone	1	2	3
1	6	4	2
2	2	8	3
3	1	3	5

Table 3 Travel time versus friction factor

Time (min.)	1	2	3	4	5	6	7	8
Friction factor	82	52	50	41	39	26	20	13

2. A vehicle's trips study was conducted at a small district area in Malaysia. The district was divided into five centers (Center 1, 2, 3, 4, 5) which were connected to the highway network as shown in figure 1. The travel times between centre areas shown Table: 1-2=9 minutes, 1-5=6 minutes, 2-3=4 minutes, 2-4=6 minutes, 2-5=14 minutes, 3-4=8 minutes, 4-5=7 minutes. Trips between centres have been monitored and the result is presented in Table 4. Based on this information, you are required to:

- (a) Assign the vehicle trips using the all-or-nothing assignment technique.

[5 marks]

- (b) Make a list of links in the network and indicate the total trips assigned to each link.

[5 marks]

- (c) Calculate the total vehicle-minutes of travel.

[5 marks]

- (d) Show the minimum path and assign trips for all centres. Discuss briefly on the results obtained.

[10 marks]

Table 4 Trips between Centers

From/To	1	2	3	4	5
1	0	100	100	200	150
2	400	0	200	100	500
3	200	100	0	100	150
4	250	150	300	0	400
5	200	100	50	350	0

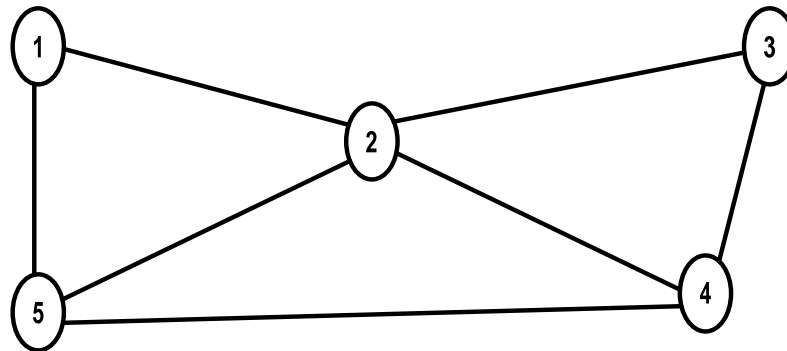


Figure 1: Highway Network

3. (a) Figure 2 graphically illustrates activities that take place during overtaking. The symbols A, B and C respectively indicate the vehicle that is overtaking, being overtaken and travelling from the opposite direction.
- What assumptions are used when calculating overtaking sight distance?
 - Describe briefly distances designated as J_1 , J_2 , J_3 and J_4 shown in Figure 2.

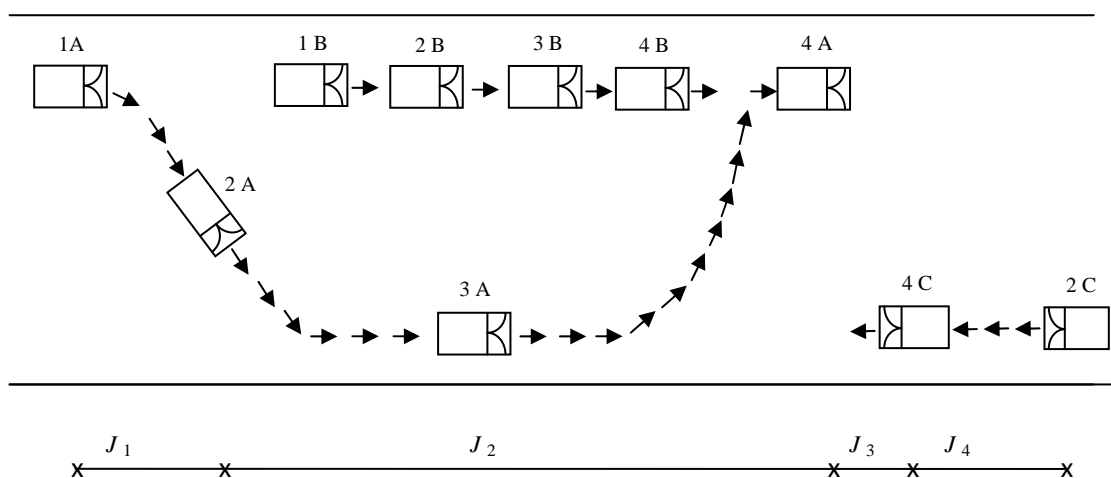


Figure 2

[7 marks]

- (b) Imagine you are driving on a straight road in the horizontal alignment and you are about to negotiate a corner. On the straight, centrifugal force is zero while at the corner, you are subjected to a centrifugal force whose magnitude depends on the curve radius and vehicle speed.
- i. As a road designer, what will you do to mitigate the sudden change in centrifugal force between the straight and the circular curve? Explain why.
 - ii. In highway design, this centrifugal force must be balanced by a combination of lateral friction at the tyre-pavement interface and superelevation. With the aid of sketches, describe the design and justify the road lateral section from a fully cambered shape at the straight to a fully superelevated section at the circular curve.
 - iii. The designer must also consider the extra width required particularly by commercial vehicles to negotiate corners. With the aid of sketches, describe the necessity for the extra widening. How does extra lane widening be incorporated in the horizontal alignment design?

[14 marks]

- (c) Calculate the total superelevation required, neglecting friction, for a 10 meter wide asphalt pavement constructed on a 500 m radius circular curve for a vehicle travelling at 80 km/hr. Comment on the results obtained.

[4 marks]

4. (a) A minus 2% grade intersects a positive 0.75% grade on a toll expressway. Calculate the minimum length of vertical curve required based on:

- i. Headlamp sight distance criteria.
- ii. JKR guide given in the Appendix.

Comment on the values obtained. State all assumptions used.

[5 marks]

- (b) i. Draw a typical dimensioned cross section for a single carriageway trunk road on a 2 meter high embankment passing through a rural area in a flat terrain. The estimated design traffic volume bothways is approximately 2200 pcu/hour. What would be an appropriate design speed for this road?
- ii. If this road traverses through a mountainous area, provide another dimensioned cross section to illustrate modifications to the cross section. What design speed would you recommend for this road?

[8 marks]

- (a) Explain the following manoeuvre types that take place at at-grade intersections. With the aid of sketches, give examples where each manoeuvre type takes place at junctions.

- i. Turning
- ii. Diverging
- iii. Merging
- iv. Weaving

[8 marks]

- (d) Road design standards specify a minimum spacing between two intersections. Why is this minimum spacing necessary?

[4 marks]

5. (a) List down **FOUR (4)** factors that warrant grade separated interchange.

[4 marks]

- (b) Figure 3 shows a toll expressway intersecting another toll expressway in a rural area. Right turning and left turning traffic volumes on all approaches are moderate and balanced.

- i. Sketch a suitable grade separated junction assuming sufficient right of way. Justify your choice of intersection type. Name all elements in the interchange.
- ii. Assume that at the end of the interchange design life, right turning traffic volume from the South Approach has increased considerably due to land use developments in the vicinity. To ease traffic congestion, you intend to upgrade the interchange that you sketched in Question 5b(i). Sketch the proposed interchange configuration and justify your proposal.

[8 marks]

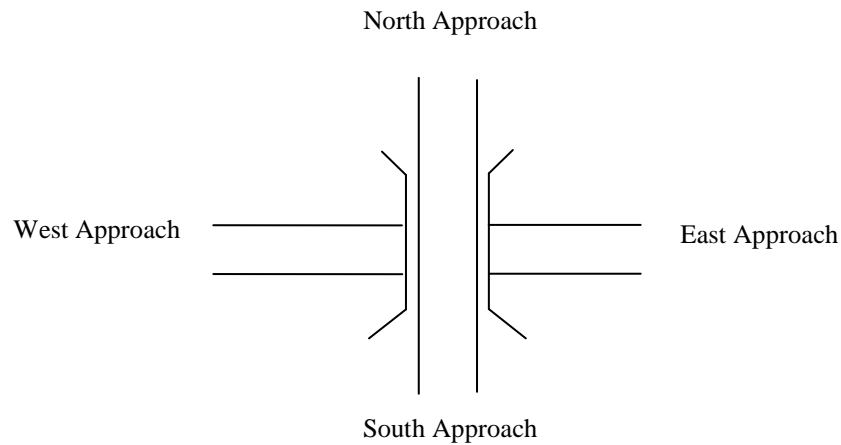


Figure 3

- (c) Explain how the EMME software considers the demand-supply situation in its modeling.

[5 marks]

- (d) If you are given a task to assess the traffic impact surrounding the USM, Engineering Campus, due to a proposed development of commercial area (shop houses) beside Taman Pekaka (opposite USM), explain how you can use the EMME software to conduct the study including the kind of data needed and the factors that should be considered in the analysis.

[8 marks]

1. Sebuah bandar kecil telah dibahagikan kepada tiga zon (Zon 1, Zon 2 dan Zon 3). Dalam awal tahun 2010, satu perangkaan asalan-destinasi telah dijalankan dan menghasilkan perjalanan mengikut zon seperti dalam Jadual 1. Kajian turut dijalankan untuk mendapatkan masa antara zon seperti dalam Jadual 2. Manakala, Jadual 3 menunjukkan masa perjalanan melawan faktor geseran. Dengan menggunakan faktor penyesuaian sosioekonomi sebanyak 1, jawab soalan berikut:

- (a) Ungkapkan bentuk asas Model Graviti ($K_{ij}=1$)

[5 markah]

- (b) Menentukan Pengagihan Perjalanan (bilangan perjalanan zon ke zon) dengan menggunakan Gravity Model untuk dua pengulangan.

[15 markah]

- (c) Bincangkan bagaimana Model Graviti menyumbang kearah sistem pengangkutan yang lebih baik.

[5 markah]

Jadual 1: Bilangan pengeluaran dan penarikan dalam setiap zon

Zon	1	2	3	Jumlah
<i>Pengeluaran</i>	300	500	300	1100
<i>Penarikan</i>	395	180	525	1100

Jadual 2: Masa perjalanan setiap zon dalam minit

Zon	1	2	3
1	6	4	2
2	2	8	3
3	1	3	5

Jadual 3: Masa perjalanan melawan faktor geseran

Masa (min.)	1	2	3	4	5	6	7	8
Faktor geseran	82	52	50	41	39	26	20	13

2. Satu kajian tentang perjalanan kenderaan telah diadakan di sebuah daerah kecil. Daerah ini dibahagikan kepada lima kawasan (1, 2, 3, 4, 5) dan bersambung dengan rangkaian lebuh raya seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1. Masa perjalanan diantara pusat ditunjukkan dalam Jadual adalah 1-2=9 minit, 1-5=6 minit, 2-3=4 minit, 2-4=6 minit, 2-5=14 minit, 3-4=8 minit, 4-5=7 minit. Perjalanan antara pusat telah dikenalpasti dan terdapat dalam Jadual 4. Berdasarkan maklumat ini, anda dikehendaki:

- (a) Menentukan perjalanan kenderaan menggunakan kaedah pengumpulan Semua-atau-Tiada.

[5 markah]

- (b) Senaraikan sambungan setiap rangkaian dan kenalpasti jumlah perjalanan setiap satu.

[5 markah]

- (c) Kira jumlah perjalanan kenderaan-minit.

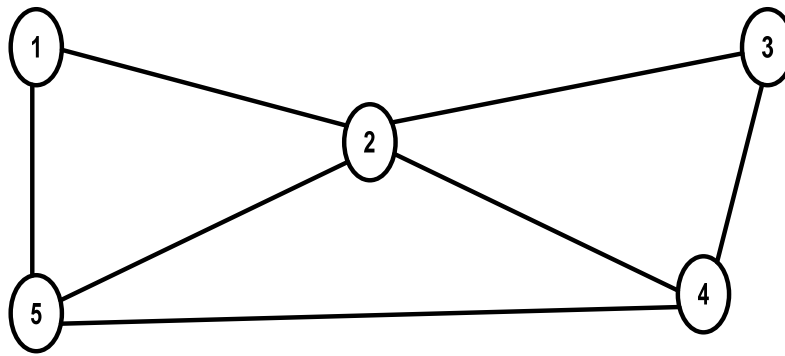
[5 markah]

- (d) Tunjukkan laluan minimum dan umpukkan perjalanan untuk semua pusat. Bincangkan secara ringkas keputusan yang diperolehi.

[10 markah]

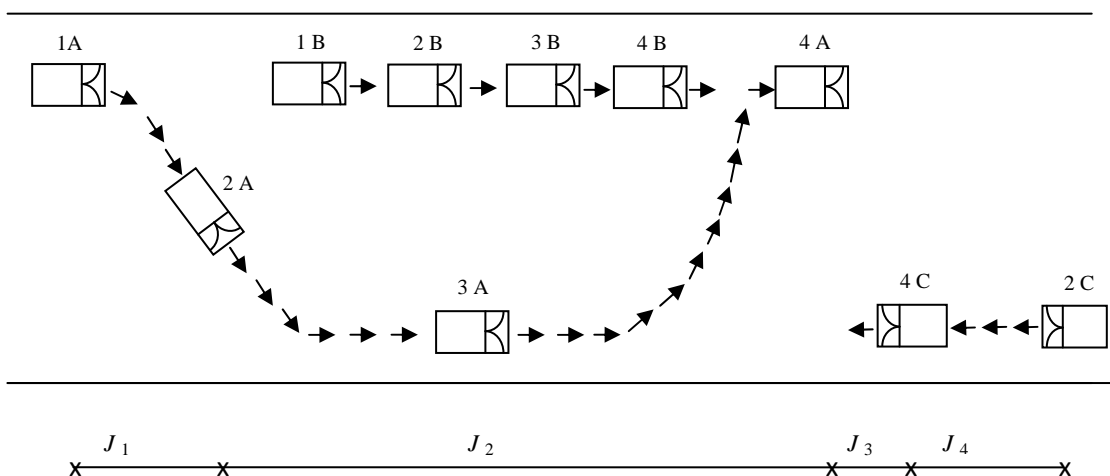
Jadual 4: Perjalanan antara Pusat

Dari/ke	1	2	3	4	5
1	0	100	100	200	150
2	400	0	200	100	500
3	200	100	0	100	150
4	250	150	300	0	400
5	200	100	50	350	0



Rajah 1: Rangkaian lebuhraya

3. (a) *Rajah 2 menunjukkan aktiviti yang berlaku semasa operasi memotong. Simbol A, B dan C masing-masing menunjukkan kenderaan yang memotong, dipotong dan yang datang dari arah berlawanan.*
- i. *Apakah andaian yang dibuat dalam pengiraan jarak penglihatan memotong?*
- ii. *Terangkan secara ringkas jarak J1, J2, J3 dan J4 yang ditunjukkan dalam Rajah 2.*



Rajah 2

[7 markah]

- (b) Bayangkan anda sedang berada di atas jalan lurus dan menghampiri sebuah selekoh. Di atas jalan lurus, nilai daya emparan ialah sifar. Di selekoh, anda didedahkan kepada daya emparan yang magnitudnya bergantung kepada jejari lengkung dan kelajuan kenderaan.
- i. Sebagai pereka bentuk lebuhraya, apakah yang akan anda lakukan untuk mengambilkira perubahan daya emparan yang mendadak di antara di jalan lurus dengan di lengkung membulat? Nyatakan justifikasi.
 - ii. Dalam reka bentuk lebuhraya, daya emparan ini mestilah diimbangi oleh gabungan geseran sisi pada antara-muka tayar dan turapan serta sendengan. Berbantukan lakaran, terangkan reka bentuk dan berikan justifikasi bentuk keratan rentas dari kamber penuh di jalan lurus menjadi sendengan penuh di lengkung membulat.
 - iii. Perekabentuk mestilah juga mengambil kira lebihan lebar yang diperlukan oleh kenderaan perdagangan ketika menyelekeh. Berbantukan lakaran, terangkan keperluan lebihan lebar. Bagaimanakah lebihan lebar ini diambilkira dalam reka bentuk penjajaran datar?

[14 markah]

- (c) Kira jumlah sendengan yang diperlukan, andaikan geseran sifar, untuk turapan asphalt selebar 10 meter yang dibina di atas lengkung bulat mudah berjejari 500 meter untuk sebuah kenderaan yang bergerak pada kelajuan 80 km/j. Komen keputusan yang anda perolehi.

[4 markah]

4. (a) *Garisan lurus bercerun -2% menyilangi garisan lurus bercerun +0.75% pada lebuhraya tol. Kira panjang lengkung tegak minimum yang diperlukan berdasarkan:*

- i. *Kriteria jarak penglihatan suluhan lampu depan.*
- ii. *Garispaduan JKR yang diberikan dalam Lampiran.*

Komen nilai yang diperolehi. Nyatakan semua andaian yang digunakan.

[5 markah]

- (b) i. *Lukis keratan rentas berdimensi untuk jalan raya utama yang terletak di atas benteng setinggi 2 meter yang merentasi kawasan luar bandar bertopografi datar. Anggaran isipadu lalu lintas kedua-dua arah ialah 2200 ukp/jam. Apakah nilai laju rekabentuk yang sesuai untuk jalan ini?*
- ii. *Sekiranya jalan ini merentasi kawasan berbukit bukau, sediakan satu lagi keratan rentas berdimensi untuk menunjukkan perubahan keratan rentas secara keseluruhannya. Apakah nilai laju reka bentuk yang anda cadangkan untuk jalan ini?*

[8 markah]

- (c) *Terangkan maksud olahgerak berikut yang terdapat pada persimpangan searas. Berbantuan lakaran, tunjukkan contoh setiap olahgerak di persimpangan searas.*

- i. *Memusing*
- ii. *Mencapah*

iii. *Mencantum*

iv. *Menjalin*

[8 markah]

- (d) *Piawai reka bentuk jalan menetapkan spesifikasi jarak minimum di antara dua persimpangan berdekatan. Kenapakah jarak minimum di antara persimpangan perlu disediakan?*

[4 markah]

5. (a) *Senaraikan **EMPAT (4)** justifikasi penyediaan persimpangan bertingkat.*

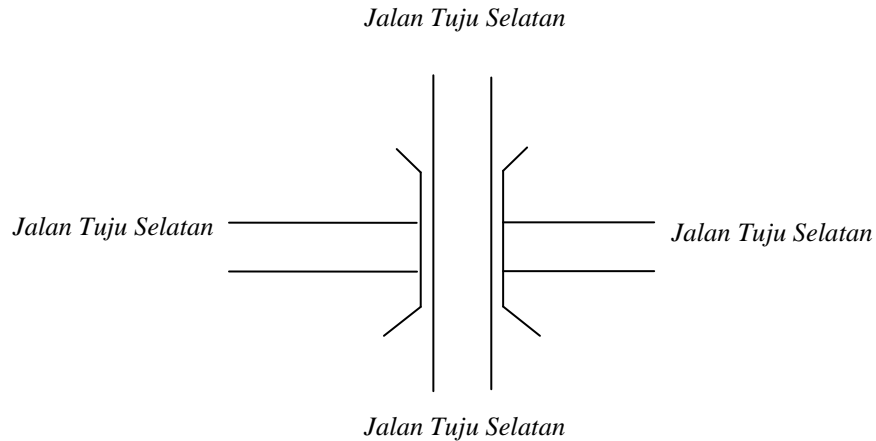
[4 markah]

- (b) *Rajah 3 menunjukkan sebuah lebuhraya tol menyalangi sebuah lebuhraya tol lain di kawasan luar bandar. Isipadu lalu lintas pusing kanan di semua jalan tuju adalah sederhana.*

i. *Lakarkan sebuah persimpangan bertingkat dengan andaian hak lalu yang mencukupi. Berikan justifikasi pemilihan persimpangan bertingkat ini. Namakan semua unsur yang terdapat dalam persimpangan bertingkat.*

ii. *Di penghujung hayat reka bentuk persimpangan bertingkat ini, andaikan isipadu lalu lintas pusing kanan dari Jalan Tuju Selatan telah meningkat dengan ketara sebagai akibat pembangunan guna tanah yang pesat di kawasan berdekatan. Untuk mengurangkan kesesakan lalu lintas, anda bercadang untuk menaiktaraf persimpangan bertingkat yang anda lakarkan dalam Soalan 5b(i). Lakarkan cadangan konfigurasi persimpangan bertingkat dan beri justifikasi cadangan anda.*

[8 markah]



Rajah 3

- (c) Terangkan bagaimana perisian EMME mempertimbangkan situasi permintaan-penawaran dalam pemodelannya.

[5 markah]

- (d) Sekiranya anda ditugaskan untuk mengkaji impak aliran lalu lintas di sekitar USM, Kampus Kejuruteraan disebabkan oleh satu cadangan pembangunan kawasan perniagaan (rumah kedai) di sebelah Taman Pekaka (berhadapan USM), terangkan bagaimana anda boleh menggunakan perisian EMME dalam menjalankan kajian tersebut termasuk jenis data yang diperlukan dan faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam analisis.

[8 markah]

APPENDIX/LAMPIRAN

KRITERIA DAN KAWALAN REKABENTUK	Hierarki jalan Kawalan masuk Rupa bumi laju rekabentuk	-	R6 PENUH			R5 SEPARA			R4 SEPARA		
			D	G	B	D	G	B	D	G	B
		km/j	120	100	80	100	80	60	80	60	50
UNSUR-UNSUR REKABENTUK PENAJARAN	Jarak penglihatan berhenti	m	285	205	140	205	140	85	140	85	65
	Jarak penglihatan memotong	m	N/A			700	550	450	550	450	350
	Jejari minimum	m	570	375	230	375	230	125	230	125	85
	Panjang minimum lengkung peralihan	m	133	121	104	88	70	59	70	59	55
	Kadar sendengan maksimum	nisbah	0.10			0.10			0.10		
	Cerun maksimum (dihajatkan)	%	2	3	4	3	4	5	4	5	6
	Cerun maksimum	%	5	6	7	6	7	8	7	8	9
	Lengkung puncak (K)	-	120	60	30	60	30	15	30	15	10
	Lengkung lendut (K)	-	60	40	28	40	28	15	28	15	12
UNSUR-UNSUR KERATAN RENTAS	Lebar lorong	m	3.50			3.50			3.25		
	Lebar bahu jalan	m	3.00	3.00	2.50	3.00	3.00	2.50	3.00	3.00	2.00
	Lebar median (minimum)	m	6.0	5.0	4.0	4.0	3.5	3.0	3.0	2.5	2.0
	Lebar median (dihajatkan)	m	18.0	12.5	8.0	12.0	9.0	6.0	9.0	6.5	4.0
	Lebar jalur jidar	m	0.50			0.50			0.25		
	Lebar hak lalu	m	60			60(50) _b			40(30) _b		

(bersambung)

Catatan: D = Rupa bumi datar
 G = Rupa bumi guling
 B = Rupa bumi berbukit
 N/A = Tidak berkaitan
 ()_a = Lebar keseluruhan turapan
 ()_b = Lebar hak lalu bergantung kepada hierarki jalan